

Docket No.: P2001,0014

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : JOSEF DIETL ET AL.
Filed : CONCURRENTLY HEREWITH
Title : SCHOTTKY DIODE

CLAIM FOR PRIORITY

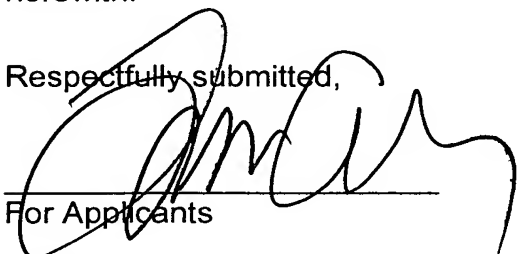
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 01 081.8, filed January 11, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



For Applicants

LAURENCE A. GREENBERG
REG. NO. 29,308

Date: July 11, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 01 081.8

Anmeldetag: 11. Januar 2001

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Schottky-Diode

IPC: H 01 L 29/872

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trade Mark Office, is written over the text "Im Auftrag".

Weihmayr

Beschreibung

Schottky-Diode

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schottky-Diode, die im Rahmen eines CMOS-Prozesses hergestellt werden kann.

Wird auf ein schwach elektrisch leitend dotiertes Halbleitermaterial eine Metallschicht als Oberflächenkontakt aufgebracht, bildet sich in einem dem Metall benachbarten Randbereich des Halbleitermaterials je nach der Art der verwendeten Materialien eine Schicht aus, die an Ladungsträgern angereichert oder verarmt ist. Im Fall einer Verarmungsrandschicht besitzt der so erhaltene Metall-Halbleiter-Kontakt Eigenschaften, die einem pn-Übergang in Halbleitermaterial vergleichbar sind. Ein derartiger diodenartiger Metall-Halbleiter-Kontakt wurde von W. Schottky untersucht und wird daher als Schottky-Diode bezeichnet.

- 20 Die Schottky-Diode besitzt eine Sperrrichtung, die durch hohen Widerstand gekennzeichnet ist, und eine Flussrichtung, in denen die Schottky-Diode je nach der Polung der angelegten Spannung betrieben werden kann. Die Schottky-Diode verfügt zwar nicht über das Sperrvermögen einer herkömmlichen Diode mit pn-Übergang; sie zeichnet sich aber durch eine kleine Flussspannung aus. Daher besteht auch in der CMOS-Technologie, speziell in der Anwendung bei hochfrequenten Schaltungen, ein Bedarf an Schottky-Dioden. Es ist jedoch schwierig, im Rahmen eines CMOS-Prozesses Schottky-Dioden herzustellen, da die zur Verfügung stehenden Halbleiterschichten in der Regel für eine Schottky-Diode zu hoch dotiert sind.

Im Rahmen eines CMOS-Prozesses werden für die Herstellung von Transistoren komplementär zueinander dotierte Wannen in einem üblicherweise p-leitenden Halbleiterkörper oder Substrat hergestellt. Die n-dotierten Wannen sind in dem Halbleitermaterial des Substrates angeordnet, während die p-dotierten Wannen

nen in den n-dotierten Wannen angeordnet sind. Die von den dotierten Wannen eingenommenen Volumina reichen jeweils bis an die Oberseite des Substrates. An den oberen Rändern der Grenzflächen der Wannen, also an der Oberseite des Substrates, sind durch Oxidation des Halbleitermaterials oder als sogenannte STI-Bereiche (shallow trench isolation) isolierende Bereiche ausgebildet, die die Wannen an der Oberseite des Substrates voneinander trennen. Für einen elektrischen Anschluss einer Wanne wird ein Metallkontakt aufgebracht, der vorzugsweise durch eine Kontaktlochfüllung (via) gebildet wird, das heißt eine metallische Füllung eines in einer Dielektrikumschicht über der Wanne ausgeätzten Kontaktloches (via hole). Um einen niederohmigen Übergang zwischen dem Metall des Kontaktes und dem Halbleitermaterial zu erhalten, wird der Kontakt auf einen hoch dotierten Kontaktbereich aufgebracht, der in der Wanne ausgebildet ist und dasselbe Vorzeichen der Leitfähigkeit besitzt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Struktur für eine Schottky-Diode anzugeben, die ohne wesentlichen zusätzlichen Aufwand im Rahmen eines CMOS-Prozesses realisiert werden kann.

Diese Aufgabe wird mit der Schottky-Diode mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die erfindungsgemäße Schottky-Diode besitzt einen Schottky-Übergang, der durch eine dünne Metallschicht und/oder Metallsilizidschicht an der Oberseite einer dotierten Wanne in einem Halbleiterkörper oder Substrat gebildet wird. Im Unterschied zu der eingangs beschriebenen Herstellung von niederohmigen Kontakten auf CMOS-Wannen ist ein Metall, und zwar bei der bevorzugten Ausführungsform Titan, statt auf einen hoch dotierten Kontaktbereich auf das niedrig dotierte Halbleitermaterial der dotierten Wanne, zum Beispiel einer HV-Wanne zur Herstellung von Hochvolt-Transistoren, aufgebracht.

Die dünne Metallschicht wird vorzugsweise durch einen so genannten Liner gebildet, der bei einer Kontaktlochfüllung als Barriere gegen Ausdiffusion des Halbleitermaterials in das Metall und zur Verbesserung der Hafteigenschaft des Kontaktes auf dem Halbleitermaterial dient. Dieser Liner ist als dünne Schicht auf dem Halbleitermaterial oder bei einer alternativen Ausführungsform auf einer ebenfalls dünnen Metallsilizidschicht über dem Halbleitermaterial vorhanden. Die elektrischen Anschlüsse der Schottky-Diode sind durch Kontaktlochfüllungen auf der Oberseite des Substrates oder durch Zuleitungen in dem Substrat gebildet.

Die Betriebseigenschaften der Schottky-Dioden sind wesentlich durch den Stromfluss parallel zur Oberfläche des Substrates bedingt und werden dadurch verbessert, dass die seitlichen Ränder des Schottky-Überganges möglichst lang, insbesondere stark gekrümmt, ausgebildet sind. Der elektrische Anschluss an die niedrig dotierte Wanne über die hoch dotierten Kontaktbereiche erfolgt vorzugsweise so, dass zwischen dem Rand des durch den Liner bzw. die Metallsilizidschicht gebildeten Schottky-Übergangs und einem dem Schottky-Übergang zugewandten seitlichen Rand des hoch dotierten Kontaktbereiches ein im Wesentlichen gleich bleibender Abstand vorhanden ist. Die Metallsilizidschicht und der hoch dotierte Kontaktbereich können insbesondere fingerförmig strukturiert und kammartig miteinander verzahnt sein.

Es folgt eine genauere Beschreibung der erfindungsgemäßen Schottky-Diode anhand der in den Figuren 1 bis 5 dargestellten Beispiele.

Die Figuren 1 und 2 zeigen Querschnitte je eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Schottky-Diode.

Die Figuren 3 und 4 zeigen Aufsichten auf je ein Beispiel gemäß Figur 2.

Die Figur 5 zeigt ein weiteres Beispiel in Aufsicht.

In der Figur 1 sind in einem Halbleiterkörper oder Substrat 1 ausgebildete dotierte Wannen 2, 3 dargestellt, die ineinander angeordnet sind. Das Substrat 1 ist hier ein p-leitendes Substrat, und die dotierten Wannen sind eine untere Hochvolt-n-Wanne HVn und eine darin eingebettete Hochvolt-p-Wanne HVp, wie sie bei einem CMOS-Prozess für die entsprechenden Bauelemente üblich sind. Für den elektrischen Anschluss der inneren dotierten Wanne 2 ist mindestens ein Kontaktbereich 4 vorhanden, der für einen niederohmigen Anschlusswiderstand ausreichend hoch dotiert ist, in diesem Beispiel p^+ -dotiert.

Die dotierte Wanne 2 ist in diesem Fall in einer weiteren dotierten Wanne 3 angeordnet, in der das Halbleitermaterial für das entgegengesetzte Vorzeichen der Leitfähigkeit, hier n-leitend, dotiert ist. Die weitere dotierte Wanne ist in diesem Beispiel für einen elektrischen Anschluss mit mindestens einem hoch dotierten Kontaktbereich 5 desselben Vorzeichens der Leitfähigkeit (n^+ -dotiert) versehen und erlaubt eine Abschirmung der Schottky-Diode gegenüber dem Substrat 1. Die oberen Ränder der dotierten Wannen 2, 3 sind mit isolierenden Bereichen Ox versehen. Das Substrat 1 verfügt hier über einen Kontaktbereich 6 für elektrischen Anschluss, der p^+ -dotiert ist.

Der elektrische Anschluss der Schottky-Diode ist in diesem Beispiel durch Kontaktlochfüllungen 8, 9 realisiert, die in Kontaktlöcher KL in einer die Oberseite des Bauelementes bedeckenden Dielektrikumschicht 11 eingebracht sind. Die Kontaktlochfüllungen setzen das Aufbringen einer dünnen Metallschicht als Liner 7 voraus. Dieser Liner 7 ist an der Grenze zwischen den Kontaktlochfüllungen 8 und der dotierten Wanne 2 als Schottky-Übergang und zwischen den Kontaktlochfüllungen 9 und den hoch dotierten Kontaktbereichen 4, 5, 6 mit der von CMOS-Prozessen an sich bekannten Funktion vorhanden. Es kann zur Ausbildung der Schottky-Diode zusätzlich eine Metallsilizidschicht 10 zwischen dem Liner 7 und dem Halbleitermaterial der dotierten Wanne 2 vorhanden sein.

In der Figur 2 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Schottky-Diode auf einer Hochvolt-n-Wanne HVn in einem p-leitenden Substrat 1 ausgebildet ist.

5 Die Kontaktbereiche 4 der dotierten Wanne 2 sind hier hoch n-leitend dotiert. Die Anordnung der Kontaktlochfüllungen 8, mit denen einzelne Anteile der Schottky-Diode ausgebildet sind, ist hier gegenüber der Anordnung bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 abgewandelt. Die Bezugszeichen be-
10 zeichnen die entsprechenden Teile wie in Figur 1.

Der seitliche Rand des Schottky-Überganges ist vorzugsweise möglichst lang ausgebildet. Es ist daher günstig, wenn bei Vorhandensein der Metallsilizidschicht 10 deren Rand in der
15 Schichtebene möglichst stark strukturiert ist. Vorteilhaft ist darüber hinaus, wenn die seitliche Berandung der in der dotierten Wanne 2 angeordneten Kontaktbereiche 4 eine ähnliche Struktur aufweist, so dass die Stromzuführung zu dem Schottky-Übergang ringsum in einem etwa gleich geringen Ab-
20 stand erfolgt.

In der Figur 3 ist eine Aufsicht auf die Struktur gemäß Figur 2 in der dort markierten Lage dargestellt. Es ist daran zu erkennen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Kontaktbe-
5 reich 4 der dotierten Wanne 2 zusammenhängt und ein Gitter bildet. Zwischen den Anteilen des Gitters sind Streifen der Metallsilizidschicht 10 angeordnet. Die in die Kontaktlöcher eingebrachten dünnen Liner und Kontaktlochfüllungen bilden
10 Kontakte K auf dem Kontaktbereich 4 bzw. auf der Metallsil- zidschicht 10. Die Kontakte auf der Metallsilizidschicht 10 bilden einzelne Anteile der Schottky-Diode.
30

In der Figur 4 ist ein Ausführungsbeispiel mit der Struktur des Ausführungsbeispiels der Figur 3 dargestellt mit dem Un-
35 terschied, dass die Metallsilizidschicht 10 weggelassen ist und der Schottky-Übergang durch den Liner auf dem niedrig dotierten Halbleitermaterial ausgebildet ist.

In der Figur 5 ist eine weitere bevorzugte Struktur der erfindungsgemäßen Schottky-Diode in einer Aufsicht dargestellt. Die Metallsilizidschicht 10 ist hier fingerförmig strukturiert. Diese Struktur ist aufgebracht und eingebettet in die dotierte Wanne 2 an der Oberseite des Halbleiterkörpers oder Substrates. Der hoch dotierte Kontaktbereich 4 ist hier vorzugsweise ebenfalls fingerförmig ausgebildet und kammartig mit der Metallsilizidschicht 1 verzahnt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist für den elektrischen Anschluss vorzugsweise eine Zuleitung 18 vorgesehen, die ein Bestandteil der strukturierten Metallsilizidschicht 10 ist. Eine Zuführung des Stroms in den Kontaktbereich 4 kann innerhalb des Halbleitermaterials über eine ebenfalls hoch dotierte weitere Zuleitung 19 erfolgen, die in den Kontaktbereich 4 einmündet. Die Zuleitungen 18, 19 können zu einem anderen Teil der elektronischen Schaltung, zu der die Schottky-Diode als Komponente gehört, geführt sein oder, ähnlich dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1, an der Oberseite mit metallischen Kontakten versehen sein. In dem letzteren Fall sind die Zuleitungen vorzugsweise mit geeigneten Erweiterungen als Kontaktflächen versehen, auf denen die metallischen Kontakte aufgebracht sind.

Der Abstand des Randes der Metallsilizidschicht 10 von dem Kontaktbereich 4 ist bei der fingerförmigen Struktur wegen der parallel zueinander verlaufenden Berandungen der Metallsilizidschicht 10 und des Kontaktbereiches 4 überall etwa gleichmäßig gering. Der seitliche Rand der Metallsilizidschicht 10 und vorzugsweise in einem geringen, überall gleichen Abstand dazu auch der Rand des zugehörigen Kontaktbereiches können statt dessen unregelmäßig gekrümmt, verästelt oder zerklüftet ausgebildet sein. Bei Fehlen der Metallsilizidschicht gilt das Entsprechende für den Rand des mit dem Liner und der Kontaktlochfüllung auf dem Halbleitermaterial der dotierten Wanne gebildeten Schottky-Überganges.

Der Rand des als Schottky-Diode wirkenden Überganges sollte in jedem Fall eine möglichst große Gesamtlänge aufweisen. Die metallische Schicht der Schottky-Diode kann eine dünne Metallschicht, insbesondere ein Liner einer Kontaktlochfüllung, sein oder eine Metallsilizidschicht oder ein Liner auf einer Metallsilizidschicht. Als Metall für den Schottky-Übergang kommt bei allen Ausführungsbeispielen vorrangig Titan in Frage; eine Metallsilizidschicht ist in diesem Fall Titansilizid.

Patentansprüche

1. Schottky-Diode mit
einer metallischen Schicht auf einer schwach leitend dotier-
5 ten Halbleiterschicht,
dadurch gekennzeichnet, dass
die schwach leitend dotierte Halbleiterschicht eine dotierte
Wanne (2) ist, die in einem Halbleiterkörper oder Substrat
(1) ausgebildet ist, und
10 die metallische Schicht eine dünne Metallschicht, ein Liner
(7) einer Kontaktlochfüllung, eine Metallsilizidschicht (10)
oder ein Liner auf einer Metallsilizidschicht (10) ist.
2. Schottky-Diode nach Anspruch 1,
15 bei der die dotierte Wanne (2) eine Hochvolt-n-Wanne oder ei-
ne Hochvolt-p-Wanne einer CMOS-Technologie ist.
3. Schottky-Diode nach Anspruch 1 oder 2, bei der
die dünne Metallschicht, der Liner (7) oder die Metallsili-
20 zidschicht (10) Titan bzw. Titansilizid ist.
4. Schottky-Diode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der
für elektrischen Anschluss mindestens ein hoch dotierter Kon-
taktbereich (4) in der dotierten Wanne (2) vorhanden ist.
5. Schottky-Diode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der
eine Metallsilizidschicht (10) mit einer fingerförmigen
Struktur vorhanden ist.
- 30 6. Schottky-Diode nach Anspruch 5, bei der
der Kontaktbereich (4) fingerförmig ausgebildet und kammartig
mit der Metallsilizidschicht (1) verzahnt ist.

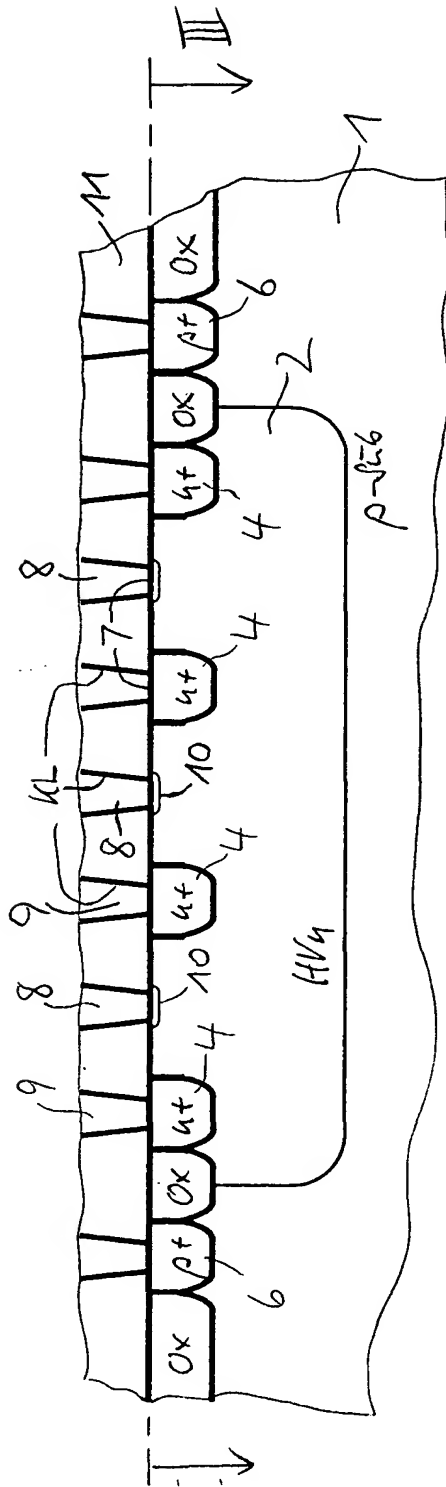
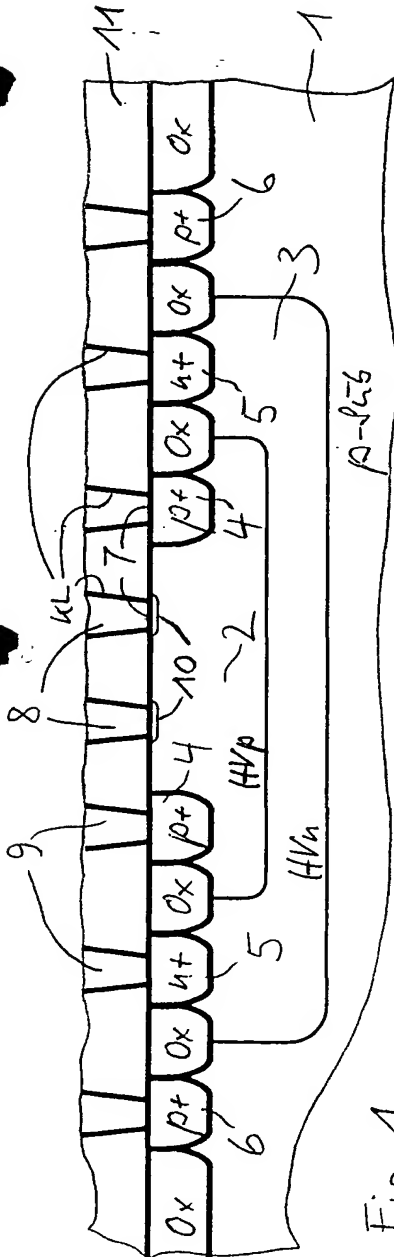
Zusammenfassung

Schottky-Diode

5 Die Schottky-Diode besitzt einen Schottky-Übergang, der durch
eine dünne Metallschicht und/oder Metallsilizidschicht an der
Oberseite einer dotierten Wanne in einem Halbleiterkörper
oder Substrat gebildet wird. Im Unterschied zu der Herstel-
10 lung von niederohmigen Kontakten auf CMOS-Wannen ist ein Me-
tall, und zwar bei der bevorzugten Ausführungsform Titan,
statt auf einen hoch dotierten Kontaktbereich auf das niedrig
dotierte Halbleitermaterial der dotierten Wanne, zum Beispiel
einer HV-Wanne zur Herstellung von Hochvolt-Transistoren,
aufgebracht.

15

Figur 1



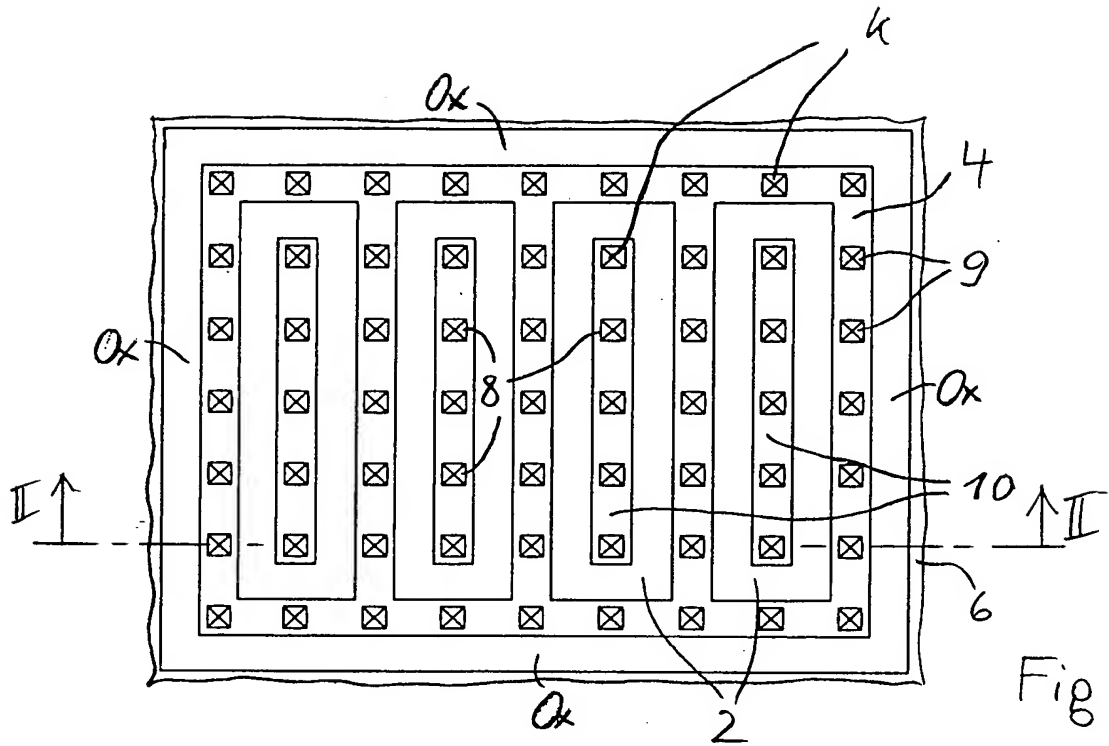


Fig 3

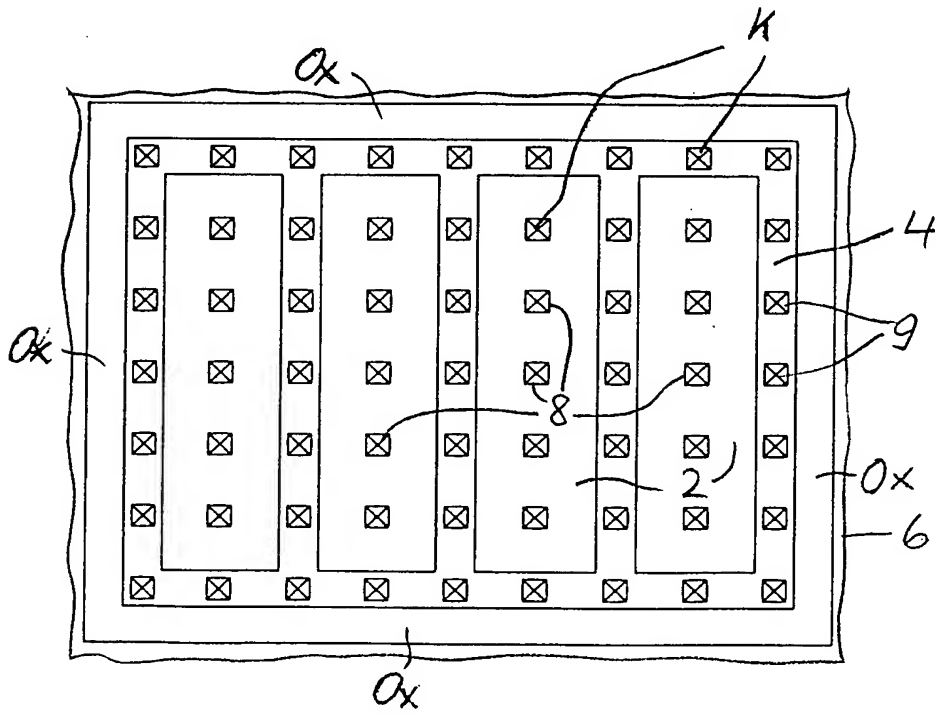


Fig 4

313

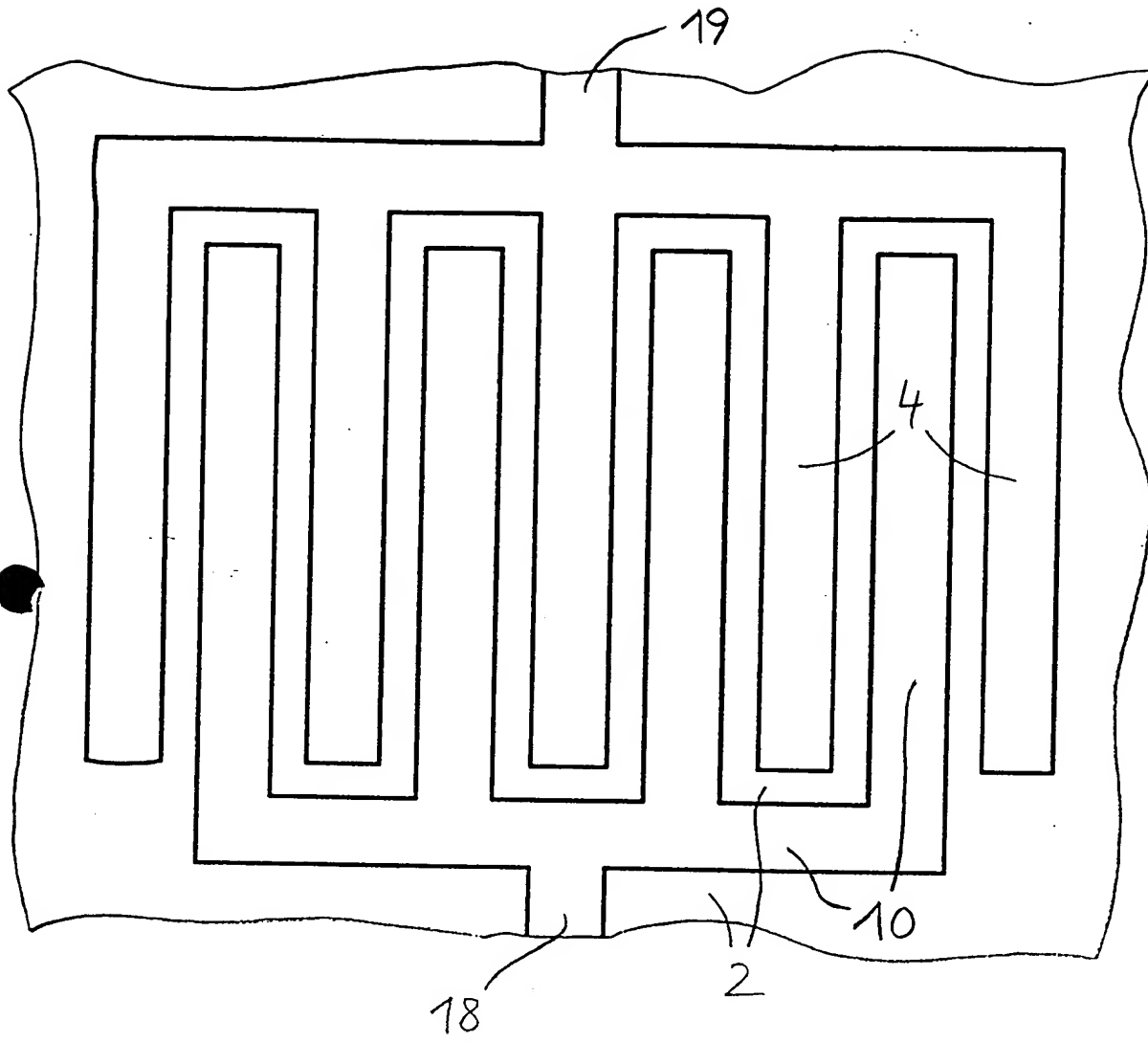


Fig 5